

デジタルゲームが認知機能に与える効果の分析と今後の展望

The effect of digital game experience on cognitive ability.

玉宮義之*1

Yoshiyuki Tamamiya

Email: tamamiya@dokkyo.ac.jp

キーワード：デジタルゲーム、メディア、認知機能、
Keywords: Digital games, Media, Cognitive ability.

老若男女、様々な人が接しているデジタルゲームは、娯楽・産業の観点からだけでなく、脳科学や心理学からも注目を集めている。本論文では、デジタルゲームが認知機能に与える効果に焦点をあてて、これまでの研究を概観する。また、デジタルゲームが社会性に与える効果や教育への応用なども併せて論じる。最後に、今後のデジタルゲーム研究への提言を行う。

Digital games are gaining attention not only in entertainment industry, but also in some disciplines such as brain science and psychology. In this article, research on the following topics is reviewed with respect to the effects of digital games: (a) the cognitive enhancement, (b) sociality and personality, (c) skill learning and education. Related issues with respect to the effects of playing digital games are also reviewed. The future of digital game study is discussed.

*1: 獨協大学 法学部

1. はじめに

1958年に発表された「Tennis for Two」と1961年の「Space war!」を起源とするデジタルゲーム(本稿では、テレビゲーム・ビデオゲーム・コンピューターゲームなどを総称してデジタルゲームと記す)だが^(1,2)、日本では1983年にファミリーコンピューターが発売されて以来、娯楽機器として一般に普及している⁽³⁾。デジタルゲームで遊ぶ小学生は、87年では58%であったが、97年では77%に増加し⁽⁴⁾、年々増加している傾向が窺え⁽⁵⁾、2012年の調査では10-14歳の85%が継続的にデジタルゲームで遊んでいた⁽⁶⁾。幼児の遊びとしても定着しており、1991年に名古屋市市の幼稚園児を対象とした調査では、3歳男児の約50%、4歳男児の約60%、5歳男児の約70%が、デジタルゲームで遊んだ経験があることを報告している⁽⁷⁾。ある調査では、首都圏に住む6歳児の30%が好きな遊びとしてデジタルゲームを挙げており⁽⁸⁾、就学前の段階からデジタルゲームに接していることが明らかにされている。また、国内では全体の約49%の人が⁽⁹⁾、北米では約69%の世帯主において⁽¹⁰⁾、デジタルゲームをプレイしていることが報告されている。これまで、デジタルゲームの主なプレイヤーは、女性よりも男性、中年よりも青少年であったが、2005年に発売された携帯型ゲーム機によって、プレイヤー層の拡大が報告されている⁽¹⁰⁾。また、ゲームをプレイすることができる携帯電話(スマートフォンを含む)が普及し、携帯電話利用者の約4割が携帯電話でゲームをしていることが示されている⁽⁶⁾。娯楽としての存在を確立しつつあるデジタルゲームは、産業としての重要性も指摘されている⁽¹¹⁾。2012年における総出荷額は1兆2334億円で、国内産業としてだけでなく、輸出産業としても日本の経済に対する影響は大きなものとなっている⁽⁶⁾。

このように娯楽・産業として重要な地位を占めているデジタルゲームは、プレイヤーに様々な効果をもたらすことが近年の脳科学や心理学の研究によって明らかとなっている。そこで本論文では、デジタルゲームがプレイヤーに与える効果について概観し、今後の展望について述べる。

2. 認知能力に対する効果・影響

デジタルゲームの利用は様々な認知能力を高めることが報告されている⁽¹²⁻¹⁴⁾。特にアクションゲームは視覚に効果があり、空間回転能力⁽¹⁵⁾・視覚的注意⁽¹⁶⁾・視覚に関わる短期記憶⁽¹⁷⁾・コントラスト感度⁽¹⁸⁾などを向上させることが示されている。子どもにおいてもアクションゲーム経験と視覚能力に関係が見られ、アクションゲームで遊んでいる子はそうでない子よりも複数物体追跡課題における成績が良く、視覚的注意能力が高い⁽¹⁹⁾。一方で、アクション以外のゲームでも視覚探索に対する効果が報告されている⁽²⁰⁾。また、デジタルゲームでトレーニングを行うことによって、弱視が改善されることも示唆されており^(21,22)、デジタルゲーム自体に視覚を向上させる要素が含まれているのかもしれない。

視覚以外の認知機能においてもデジタルゲームで

遊ぶことの効果は多数報告されている。デジタルゲーム、特に素早いボタン操作が求められるアクションゲームで遊ぶことによって、認知処理が早くなることが予測される。実際に、一般的な知能検査とデジタルゲームに関するアンケートの結果から、アクションゲームが好きな人ほど認知処理が早いことが報告されている⁽²³⁾。ある課題において早さを重視することによって正確さが損なわれる「speed-accuracy tradeoff (SAT)」という現象が知られている⁽²⁴⁾。しかし、アクションゲームで遊ぶ場合、認知処理が早くなっても正確さの低下は起こらないことが報告されている⁽²⁵⁾。これは、アクションゲームで遊ぶことによって、注意資源の増加、注意の配分能力の拡張、視覚情報獲得の加速などが起こるためと考えられている。

より認知的な機能についても検討されており、アクションゲームで遊ぶことによって課題切り替え(task-switching)に関連するコストの低減など⁽²⁶⁾、実行機能を向上する効果が報告されている⁽²⁷⁾。アクションゲームでは、対処法の恒常的切り替えと新しい事態への絶え間ない適応が要求されるため、このような効果が得られると考えられている⁽²⁶⁾。

ネットワーク環境の整備に伴って人気が高まっているリアルタイムシミュレーションゲーム(RTS)において、プレイヤーは多くの情報と行動の選択肢を同時に保持し、素早く評価し調整しなければならない。このようなゲーム特性を持つRTSで長時間遊ぶことによって、認知的柔軟性の増加が報告されている⁽²⁸⁾。

デジタルゲームが加齢に伴う認知機能の低下を減速、または維持・向上させる効果が注目されている。加齢によって複数課題の同時遂行が困難になることが知られているが、複数の課題を同時に行なわなければならないデジタルゲームで高齢者が遊ぶことによって、20代と同程度にまで複数課題同時遂行能力が改善している⁽²⁹⁾。また、市販のデジタルゲームで遊ぶことによるワーキングメモリーの向上や⁽³⁰⁾、課題に対する覚醒の増加⁽³¹⁾、RTSで遊ぶことによる実行機能の向上⁽³²⁾なども報告されており、デジタルゲームで遊ぶことによる高齢者の認知機能の維持と向上について今後も多くの研究が期待されている。

幼児においてもデジタルゲームと認知機能の関連が指摘され、デジタルゲームで遊んだ経験がある子は経験がない子よりも思考力が高い⁽³³⁾。

デジタルゲームと認知機能の関係について、脳活動や可塑性から検討した研究も近年増加している。たとえば、機能的磁気共鳴画像(fMRI)を用いた研究から、アクションゲームでよく遊ぶ人と遊ばない人では、効率的な運動制御に関連する部位(前頭前野、前運動野、頭頂野など)の活動が異なることが報告されている⁽³⁴⁾。3Dアクションゲームで2ヶ月間遊ぶことによって、海馬や背外側前頭前野、小脳の灰白質の容積が増加することがわかっている⁽³⁵⁾。これらの変化は、視点の変化(自己中心→他者中心)やデジタルゲームで遊ぶことに対する渴望と関連すると考えられている。また、前述のAngueraら⁽²⁹⁾は脳波(EEG)を指標の1つとしており、デジタルゲームで遊ぶことによって、課題遂行中に計測

される前頭正中線 θ リズム (Frontal midline theta rhythm, Fm θ) のパワーが増加することを示している。このFm θ は課題に対する注意や集中を反映していると考えられており、Fm θ の変化と課題成績や認知機能テストに相関が見られている。

3. パーソナリティ・社会性に対する効果・影響

インターネットの普及に伴い、ネットワークを介して他者と遊ぶデジタルゲームが人気を集めている。たとえば、ソーシャルゲームと呼ばれるネットワークを介して他者と協力・競争するゲームで遊ぶ人はコミュニケーションや問題解決などの社会的スキルが高く⁽³⁶⁾、デジタルゲーム内で共同作業を行った相手に対する援助行動が増加することが知られている⁽³⁷⁾。

ソーシャルゲーム以外でも、デジタルゲームで遊ぶことによって、パーソナリティや社会性に対する効果が報告されている。ゲームキャラクターなどをコントロールしている感覚が強く、目的達成意欲を強く持たせるゲームで遊ぶことによって、自己効力感が向上することが報告されている⁽³⁸⁾。社会的文脈の理解が困難な自閉症スペクトラムの青年が、喫茶店で買い物や飲食をするデジタルゲームで遊ぶことによって、社会的能力の向上を示している⁽³⁹⁾。また、デジタルゲームで遊んだ経験を共有したいという意図によって他者とのコミュニケーションが促進される効果も指摘されている⁽⁴⁰⁾。

4. 職業訓練・学校教育における効果・影響

職業訓練や教育のために市販のデジタルゲームを利用したり、訓練や教育に特化したシリアスゲームと呼ばれるデジタルゲームの開発が行われている^(41,42)。例えば、健康・医療分野において、患者のリハビリや外科医の教育プログラムとしてデジタルゲームが注目を集めている⁽⁴³⁾。腹腔鏡下手術のように画面を見ながら行う手術が増えており、視覚(目)と運動(手)の連携を向上させるデジタルゲームで遊ぶことは効果的であると考えられている。実際に、デジタルゲームで遊んだ経験と外科医としての能力に関連が見られ、デジタルゲームで遊んだ経験が多く、上手いほど、外科医としての技術評価が高いことが示されている^(44,45)。リハビリにおいてもデジタルゲームの効果が報告されている⁽⁴⁶⁾。たとえば、尿失禁を起こす高齢者がダンスゲームで12週間リハビリしたところ、失禁の頻度が低下し、生活の質が上昇した⁽⁴⁷⁾。デジタルゲームで遊ぶことによってプレイヤーの情動が変化することが知られている^(48,49)。この効果に注目し、デジタルゲームを用いた恐怖症や不安障害の治療が行われ、デジタルゲームの有効性が報告されている⁽⁵⁰⁾。医療以外では、スポーツの分野でもデジタルゲームの効果が検討され、トレーニングを目的としてゴルフゲームで遊ぶことによって、実際のパットが上達することが報告されている⁽⁵¹⁾。

デジタルゲームがプレイヤーを楽しませ、引きつける様々な特徴をゲーム以外の場面で応用することをゲーミフィケーションと呼ばれている⁽⁵²⁾。このゲーミフィケーションを学校で行うことによって、生徒の学習

意欲を引き出そうとする試みがあり⁽⁵³⁾、小学校の国語と算数における動機付けと成績の向上⁽⁵⁴⁾、中学生の外国語学習に対する動機付け⁽⁵⁵⁾、高校の情報科学における学習の動機付けなど⁽⁵⁶⁾、幅広い年齢層における動機付けの効果が示されている。また、他の文化圏で作られたデジタルゲームで遊ぶことによって、異文化理解が促進される可能性も示唆されている⁽⁵⁷⁾。

5. デジタルゲームと認知機能に関する研究の今後

前述のように、デジタルゲーム経験は多種多様な認知機能を向上させる効果を持っていることが多くの実証研究から明らかとなっている。情報技術の飛躍的な発展に伴い、デジタルゲームはドット絵から実写と判別困難なCGへ、個人で遊ぶものから世界中の人と同時に遊ぶものへ、大きな変貌を遂げている。この進化は今後も引き続き予想されるが、このことによってプレイヤーが受ける効果はどのように変化するのだろうか。たとえば、ゲーム機が一度に処理可能な情報量が増えることによって、画面に表示可能なオブジェクトの数も増加する。このことは、プレイヤーが同時に処理しなければならない情報を増加させ、結果としてプレイヤーの複数物体追跡能力などを向上させるかもしれない。また、少ないドットで描画されたCGの顔よりもリアルなCGの顔に対して、実際の顔を見たときと類似の脳活動が報告されている⁽⁵⁸⁾。ゲームキャラクターの外見や動作が人間と区別がなくなってきたとき、デジタルゲームがプレイヤーの社会性やパーソナリティに与える効果が変化する可能性はある。

このように、先行研究において示されてきたデジタルゲームの効果が今後も全く同様であるとは限らない。デジタルゲームが進化する速度に合わせて、実証的研究を推進していくことが求められるだろう。

デジタルゲームの効果に関する実験を行う際は、実験計画や分析方法などを詳細に検討する必要がある。実験参加者のデジタルゲーム経験、認知機能を計測する課題、想定される認知処理過程のモデル、などによって、デジタルゲームが有している真の効果を検出できない可能性もある⁽⁵⁹⁾。デジタルゲームの効果に関する研究を蓄積していくためにも、精緻な実験が求められている。

6. おわりに

本論文では、デジタルゲームが認知機能に与える様々な効果について概観し、今後の展望について述べた。デジタルゲームの進化はとどまるところを知らず、しかしその認知的効果のごく一部しか我々は明らかにすることができていない。教育や医療などへの応用も途についたばかりであり、さらなる研究が期待されている。

謝辞

本研究の一部は、情報科学研究所研究助成によるものである。

参考文献

- (1) 相田洋, “新・電子立国”, NHK スペシャル 日本放送出版協会, (1997)
- (2) 岩谷徹, “バックマンのゲーム学入門”, エンターブレイン, (2005)
- (3) 増田公男, “子どものビデオゲーム遊びをめぐる調査と諸問題”, 金城学院大学論集, 人間科学編, 20, pp. 129-147, (1995a)
- (4) 白石信子, ““つきあい”にも欠かせないテレビとテレビゲーム〜「小学生の生活とテレビ’97」調査から”, 放送研究と調査, 48, 4, pp. 2-19, (1998)
- (5) 坂元章, “特別企画 テレビゲームは子どもの心にどう影響するか (1) テレビゲームをめぐる社会現象”, 児童心理, 53, 1, pp. 112-120, (1999)
- (6) CESA, “2013CESA ゲーム白書”, 一般社団法人コンピュータエンターテイメント協会, (2013)
- (7) 増田公男, “幼児期におけるビデオゲーム遊びとテレビ視聴行動の関係”, 金城学院大学論集, 人間科学編, 18, pp. 19-37, (1993)
- (8) 中野佐知子, “多様化する幼児のメディア利用-幼児生活時間調査 2003・報告” 放送研究と調査, 53, pp. 46-63, (2003)
- (9) Entertainment Software Association, “The essential facts about the computer and video game industry: 2006 sales, demographic and usage data”, (2006)
Retrieved November 21, 2014, from http://www.theesa.com/facts/pdfs/ESA_EF_2006.pdf
- (10) ITmedia Games, “神奈川県、暴力的な表現が含まれるゲームソフトを「有害図書類」に指定する方針”, (2005)
<http://plusd.itmedia.co.jp/games/articles/0505/27/news025.html>
- (11) 日本経済情報課, “日本のテレビゲーム産業の動向”, 日本貿易振興機構, (2005)
- (12) Green, C.S., Li, R., Bavelier, D., “Perceptual learning during action video game playing”, *Topics in Cognitive Science*, 2, pp. 202-216. (2010)
- (13) Pessoa, L., “How do emotion and motivation direct executive control?”, *Trends in cognitive sciences*, 13, 4, pp. 160-166. (2009)
- (14) Subrahmanyam, K., Greenfield, P., Kraut, R., Gross, E., “The impact of computer use on children's and adolescents' development”, *Journal of Applied Developmental Psychology*, 22, 1, pp. 7-30. (2001)
- (15) Passig, D., Eden, S., “Virtual reality as a tool for improving spatial rotation among deaf and hard-of-hearing children”, *CyberPsychology & Behavior*, 4, 6, pp. 681-686. (2001)
- (16) Green, C. S., Bavelier, D. “Action video game modifies visual selective attention”. *Nature*, 423, pp. 534-537, (2003)
- (17) Green, C. S., Bavelier, D. “Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention”. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 32, 6, pp. 1465-1478, (2006)
- (18) Li, R., Polat, U., Makous, W., Bavelier, D., “Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training”, *Nature neuroscience*, 12, 5, pp. 549-551. (2009)
- (19) Trick, L. M., Jaspers-Fayer, F., Sethi, N., “Multiple-object tracking in children: The “Catch the Spies” task”, *Cognitive Development*, 20, 3, pp. 373-387. (2005)
- (20) Oei, A. C., Patterson, M. D., “Enhancing cognition with video games: a multiple game training study”, *PLoS One*, 8, 3, e58546. (2013)
- (21) Jeon, S. T., Lewis, T. L., Maurer, D., “The effect of video game training on the vision of adults with bilateral deprivation amblyopia”, *Seeing and Perceiving*, 25, pp. 493-520. (2012)
- (22) Li, R. W., Ngo, C., Nguyen, J., Levi, D. M., “Video-game play induces plasticity in the visual system of adults with amblyopia”, *PLoS biology*, 9, 8, e1001135. (2011)
- (23) 玉宮 義之, 伊藤 匡, 開 一夫, “テレビゲーム経験と知能の関係”, 日本心理学会第 73 回大会, pp. 272. (2009)
- (24) Bogacz, R., Wagenmakers, E. J., Forstmann, B. U., Nieuwenhuis, S., “The neural basis of the speed-accuracy tradeoff”, *Trends in neurosciences*, 33, 1, pp. 10-16. (2010).
- (25) Dye, M. W., Green, C. S., Bavelier, D., “Increasing speed of processing with action video games”, *Current directions in psychological science*, 18, 6, pp. 321-326. (2009)
- (26) Green, C. S., Sugarman, M. A., Medford, K., Klobusicky, E., Bavelier, D., “The effect of action video game experience on task-switching”, *Computers in human behavior*, 28, 3, pp. 984-994. (2012)
- (27) Buelow, M. T., Okdie, B. M., Cooper, A. B., “The influence of video games on executive functions in college students”, *Computers in Human Behavior*, 45, pp. 228-234. (2015)
- (28) Glass, B. D., Maddox, W. T., Love, B. C., “Real-time strategy game training: emergence of a cognitive flexibility trait”, *PLoS One*, 8, 8, e70350. (2013).
- (29) Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., ... Gazzaley, A., “Video game training enhances cognitive control in older adults”, *Nature*, 501, 7465, pp. 97-101. (2013)
- (30) Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Nozawa, T., Kambara, T., Kawashima, R., “Brain training game boosts executive functions, working memory and processing speed in the young adults: A randomized controlled trial”, *PLoS one*, 8, 2, e55518. (2013)
- (31) Mayas, Julia, et al. "Plasticity of attentional functions in older adults after non-action video game training: a randomized controlled trial." *PLoS One* 9.3 (2014): e92269.
- (32) Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., Kramer, A. F., “Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults?”, *Psychology and aging*, 23, 4, pp. 765-777. (2008)
- (33) 増田公男, “幼児のビデオゲーム遊びと知能の関係” 日本教育心理学会総会発表論文集, 37, pp. 360. (1995b)
- (34) Granek, J. A., Gorbet, D. J., Sergio, L. E., “Extensive video-game experience alters cortical networks for complex visuomotor transformations”, *Cortex*, 46, 9, pp. 1165-1177. (2010)
- (35) Kühn, S., et al. "Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game." *Molecular psychiatry* 19, 2, pp. 265-271, (2014)
- (36) 渋谷明子, 寺本水羽, 秋山久美子, “ソーシャルゲームの適応的利用と依存-若い世代を対象にしたモバイルゲーム調査(1)-”, 日本社会心理学第 55 回大会発表論文集, pp. 350. (2014)
- (37) Dolgov, I., Graves, W. J., Nearents, M. R., Schwark, J. D., Brooks Volkman, C., “Effects of cooperative gaming and avatar customization on subsequent spontaneous helping behavior”, *Computers in Human Behavior*, 33, pp. 49-55. (2014)
- (38) Garris, R., Ahlers, R., Driskell, J. E., “Games,

- motivation, and learning: A research and practice model.”, *Simulation & gaming*, 33, 4, pp. 441-467. (2002)
- (39) Mitchell, P., Parsons, S., Leonard, A., “Using virtual environments for teaching social understanding to 6 adolescents with autistic spectrum disorders.”, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 3, pp. 589-600. (2007)
- (40) Cohen, E. L., “What makes good games go viral? The role of technology use, efficacy, emotion and enjoyment in players’ decision to share a prosocial digital game.”, *Computers in Human Behavior*, 33, pp. 321-329. (2014)
- (41) 藤本徹, “シリアスゲーム”, 東京電機大学出版局, (2007)
- (42) Ulicsak, M., Wright, M. “Serious Games in Education”, (2010)
- (43) Kato, P. M., “Video games in health care: Closing the gap.”, *Review of General Psychology*, 14, 2, pp. 113-121. (2010)
- (44) Grantcharov, T. P., Bardram, L., Funch-Jensen, P., & Rosenberg, J. (2003). Impact of hand dominance, gender, and experience with computer games on performance in virtual reality laparoscopy. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*, 17(7), 1082-1085.
- (45) Rosser, J. C., Lynch, P. J., Cuddihy, L., Gentile, D. A., Klonsky, J., Merrell, R., “The impact of video games on training surgeons in the 21st century.”, *Archives of surgery*, 142, 2, pp. 181-186. (2007).
- (46) 玉垣努, 松田哲也, 宮本英美, 小池琢也, “楽しくリハビリするための T ゲーム用インターフェースの開発”, *ゲーム学会第 2 回全国大会論文集*, pp. 19-22. (2003)
- (47) Elliott, V., de Bruin, E. D., Dumoulin, C., “Virtual reality rehabilitation as a treatment approach for older women with mixed urinary incontinence: a feasibility study”, *Neurourology and urodynamics*, 34, 3, pp. 236-243. (2015)
- (48) 木村知宏, “反応速度を要求するデジタルゲームが感情経験に与える影響.” *デジタルゲーム学研究* 7, 2, pp. 23-33. (2015)
- (49) Tamamiya, Y., Matsuda, G., Hiraki, K. “Relationship between Video Game Violence and Long-Term Neuropsychological Outcomes.” *Psychology*, 5, 13, pp. 1477-1487. (2014)
- (50) Meyerbröker, K., & Emmelkamp, P. M. “Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process - and - outcome studies.” *Depression and anxiety*, 27, 10, pp. 933-944. (2010)
- (51) Fery, Y. A., Ponsere, S., “Enhancing the control of force in putting by video game training.”, *Ergonomics*, 44, 12, 1025-1037. (2001)
- (52) 井上明人, “ゲーミフィケーション: ゲームがビジネスを変える”, NHK 出版, (2012)
- (53) Simões, J., Redondo, R. D., Vilas, A. F., “A social gamification framework for a K-6 learning platform”, *Computers in Human Behavior*, 29, 2, pp. 345-353. (2013)
- (54) Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Corea, M., Flores, P., Salinas, M., “Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students.”, *Computers & Education*, 40, 1, pp. 71-94. (2003)
- (55) Connolly, T. M., Stansfield, M., Hailey, T., “An alternate reality game for language learning: ARGuing for multilingual motivation.”, *Computers & Education*, 57, 1, pp. 1389-1415. (2011)
- (56) Papastergiou, M., “Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation.”, *Computers & Education*, 52, 1, pp. 1-12. (2009)
- (57) Jones, M. T., “The Impact of Telepresence on Cultural Transmission through Bishoujo Games.”, *PsychNology Journal*, 3, 3, pp. 292-311. (2005)
- (58) 玉宮義之, 開一夫, “テレビゲームキャラクターの顔認知 -事象関連電位を指標として-”, *日本社会心理学会第 49 回大会*, pp.460-461, (2008)
- (59) van Ravenzwaaij, D, et al. "Action video games do not improve the speed of information processing in simple perceptual tasks." *Journal of Experimental Psychology: General* 143, 5, pp. 1794, (2014)

(2015年9月29日受付)

(2015年12月2日採録)